DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA

CARRERA DE:

- [ ] Mecánica
- [x] Mecatrónica

ASIGNATURA

- [ ] Automatización Industrial Mecánica
- [ ] Instrumentación Industrial Mecánica
- [x] Instrumentación Aplicada a la Mecatrónica

INFORME DE LABORATORIO No. 3

INTEGRANTES

Nombre	Paralelo
ANTHONY DAVID AYALA PAGUAY	**15007**
JOSE ANTONIO RUEDA VALLEJO	**15007**

FECHA DE ENTREGA	HORA
19/12/2023	**23:59**



1. **Tema:** Característica estática de un sensor de inductancia variable

2. **Objetivos:**
   a) Conocer la operación de un dispositivo de inductancia variable.
   b) Determinación de la característica estática tensión – desplazamiento.

3. **Teoría.** Una corriente eléctrica que circula a través de un conductor crea un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético se simboliza con líneas de fuerza o de campo que son circunferencias contenidas en un plano perpendicular al conductor y cuyo sentido se establece con la regla de la mano derecha.



Se denomina (B) a la intensidad del campo magnético es decir el número de líneas de fuerza por unidad de superficie

Se denomina flujo magnético Ø al número total de líneas que atraviesa una superficie A:

$$\emptyset = B * A$$

Fuerza Electromotriz inducida. La fuerza electromotriz inducida en un circuito está relacionada con la variación de flujo magnético con el tiempo y viene dada por la ley de Faraday:

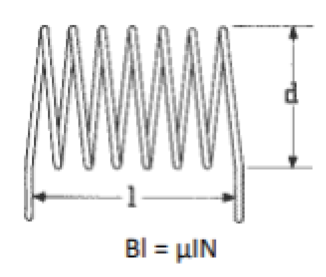
$$E = -N\frac{d\emptyset}{dt} = -N\frac{d\emptyset}{dt}\frac{dI}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

en la que L es el coeficiente de autoinducción o inductancia:

$$L = N\frac{d\emptyset}{dI}$$

La inductancia L solo depende de las características físicas del conductor. Para el cálculo de la inductancia de una bobina se utiliza la ley de Ampere que establece que:

La circulación del campo magnético B creado por un conductor arrollado en forma de bobina de N espiras viene dada por la ecuación:



Donde B es la densidad de flujo magnético, l es la longitud de la bobina, μ es μo.μr, permeabilidad magnética e I es la intensidad de corriente eléctrica.

Dado que B= Ø /A, a partir de B l= μ I N se tiene que:

$$\frac{\O l}{A} = N\mu I$$

Donde Ø es el flujo magnético y A el área. a partir de la cual, teniendo en cuenta que l, μ, A y N son constantes, se obtiene la expresión:

$$L = N\frac{d\O}{dI} = \mu\frac{N^2 A}{l}$$

Donde a $\mathcal{R}$ se le denomina reluctancia y es igual a:

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

Y

$$L = \frac{N^2}{\mathcal{R}}$$

Los sensores basados en estos principios se conocen como sensores inductivos están basados en la variación de alguno de los parámetros magnéticos.

Se clasifican en:

Sensores de inductancia variable

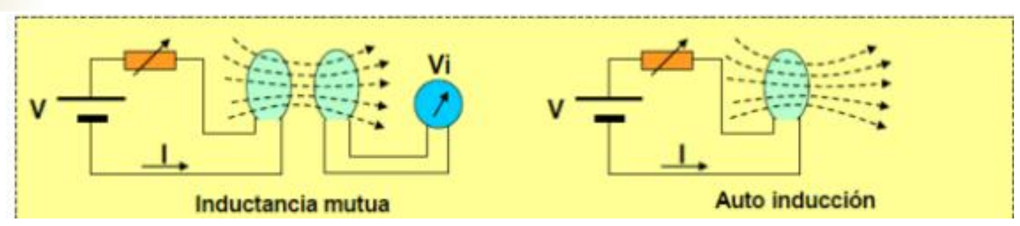
- Basados en la variación de la autoinducción (Self-inductance)

Sensores de reluctancia variable (Variable reluctance)

- Basados en la variación de la inductancia mutua (Mutual inductance)
- LVDT (Linear Variable Differential Transformer)
- Transformadores variables (Variable transformers)

Sensores magneto elásticos
Sensores basados en el efecto Wiegand
Sensores basados en las corrientes de Foucault.

La inductancia en un circuito es la relación entre el flujo magnético y la corriente eléctrica que lo genera. Si se trata de la corriente que circula por el propio circuito, se denomina autoinducción (L) y si es en otro circuito se denomina Inducción mutua.

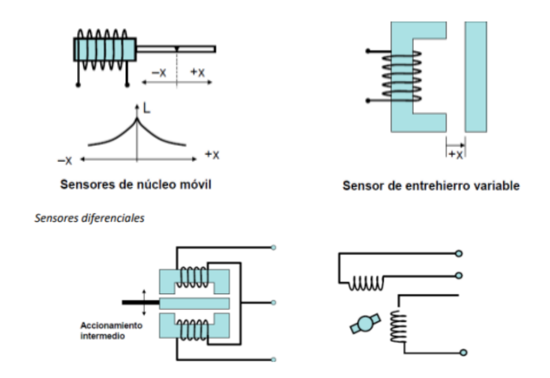


Sensores no diferenciales.

El desplazamiento es la variable más utilizada para variar una autoinducción:

- Sensores de núcleo móvil: Se modifica μ.
- Sensores de entrehierro variable: se modifica l.

El núcleo puede ser de aire o de hierro. Con un núcleo de aire se trabaja a frecuencias más altas que con uno de hierro, pero las variaciones de la inductancia que se consiguen son pequeñas.



Consideraciones importantes

Las expresiones indicadas anteriormente para la variación de la autoinducción solo son válidas si se cumplen las siguientes condiciones:

- No hay campos magnéticos parásitos (apantallamiento).
- Se trabaja a una temperatura inferior a la de Curie.
- La relación entre L y R es constante en todo el dispositivo (el flujo magnético no es disperso).

Ventajas

- Muy estables en entornos hostiles (por ejemplo, entornos húmedos)
- Alta sensibilidad APLICACIONES Se utilizan en ambiente industrial para medir desplazamientos u otras variables que se puedan convertir en un desplazamiento (fuerza, presión, etc.), posición, proximidad de objetos metálicos férricos, etc.

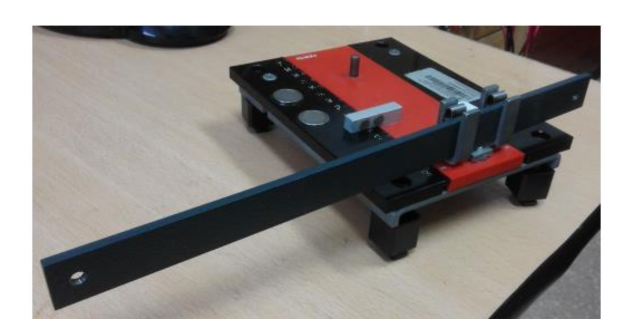
4. Equipo necesario.

El laboratorio le suministra:

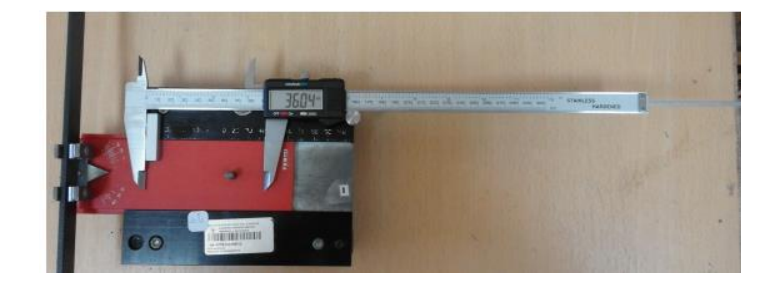
a) Fuente de alimentación
b) Sensor inductivo de reluctancia variable.
c) Placa de hierro.
d) Portaplacas.
e) Calibrador.
f) Cables de conexión

5. Procedimiento:

a. Conecte el sensor a su alimentación, respetando la polaridad (cable rojo con rojo y cable negro con negro).
b. Conecte la salida del sensor al multímetro (marcada en el sensor como SALIDA MULTIMETRO).
c. Coloque la placa de hierro en el Portaplacas, como se observa en la imagen

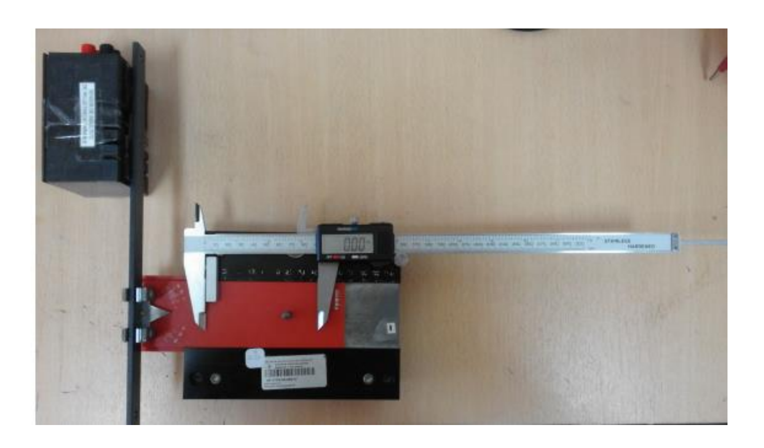


d. Ubique el calibrador en el Portaplacas.

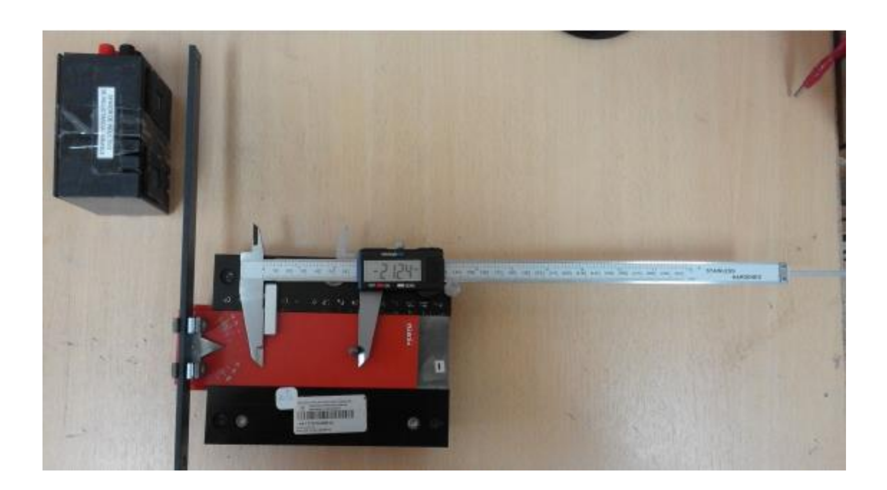


e. Ubique el sensor frente a la placa, de tal forma que exista contacto entre el mismo y la placa. Encere en esas condiciones el calibrador.

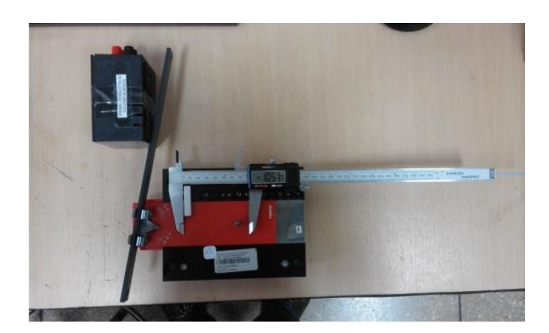




f. Separe lentamente la placa del sensor hasta que el dispositivo este saturado (haya dejado de responder a la distancia entre la placa y el sensor). Tome diez valores en el rango de medición útil y anótelos en la hoja de respuestas. La distancia de la placa al sensor léalo en el calibrador.



g. Gire la placa y acérquela al sensor nuevamente.



h. Repita el procedimiento, del punto f. con la placa girada y tome 10 valores nuevamente. Anote el valor del ángulo. Anote los valores de la distancia y los voltajes generados por el sensor.

i. Desconecte los equipos y déjelos como se le entrego. Haga firmar sus resultados.

6. Resultados:

Informe de laboratorio. En el informe de laboratorio hay que incluir, además a los puntos indicados en la página WEB de la asignatura, responda a los siguientes aspectos:

a) **Característica estática Voltaje-Desplazamiento.**

A partir de los valores de desplazamiento y variación de voltaje tomados en la práctica de laboratorio se realizó la tabulación de los mismos de modo que posteriormente estos pudiesen ser graficados y a partir de dicha gráfica se obtuviese la ecuación que representa la característica estática Voltaje – Desplazamiento correspondiente al sensor inductivo utilizado en el laboratorio.

	Placa Paralela		Placa a 20°	
	x [mm]	V [v]	x [mm]	V [v]
0	0.000	1.007	0.000	0.804
1	1.080	0.471	1.000	0.678
2	2.000	0.423	2.040	0.585
3	3.090	0.354	3.000	0.523
4	4.080	0.321	4.050	0.468
5	5.110	0.292	5.030	0.426
6	6.000	0.281	6.000	0.396
7	7.070	0.261	7.070	0.369
8	8.000	0.252	8.020	0.338
9	9.050	0.240	9.000	0.320
10	10.030	0.230	10.030	0.302
11	11.050	0.220	11.050	0.286
12	12.040	0.223	12.040	0.276
13	13.040	0.212	13.010	0.266
14	14.030	0.211	14.080	0.256
15	15.090	0.210	15.040	0.248
16	16.000	0.208	16.010	0.241
17	17.070	0.205	17.010	0.235
18	18.080	0.203	18.000	0.230

FIG 1. Tabulación de los valores de desplazamiento y variación de voltaje

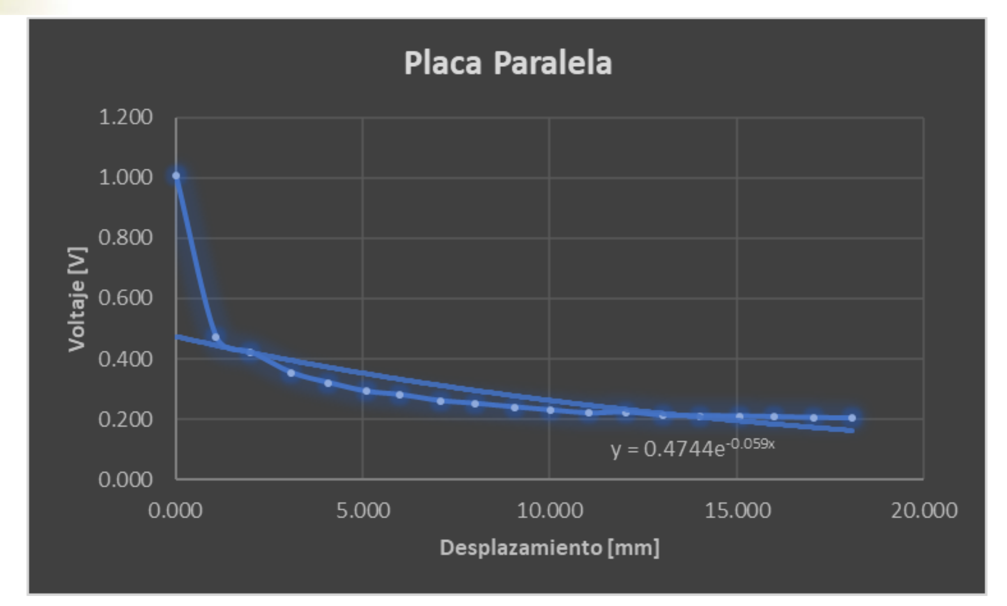


FIG 2. Gráfica Voltaje – Desplazamiento

A partir de la gráfica de la figura 2 se obtiene la fórmula correspondiente a la característica estática del sensor cuando la placa se encuentra paralela:

$$y = 0.4744e^{-0.059x}$$

Donde:

Y = Voltaje.
X = Desplazamiento.

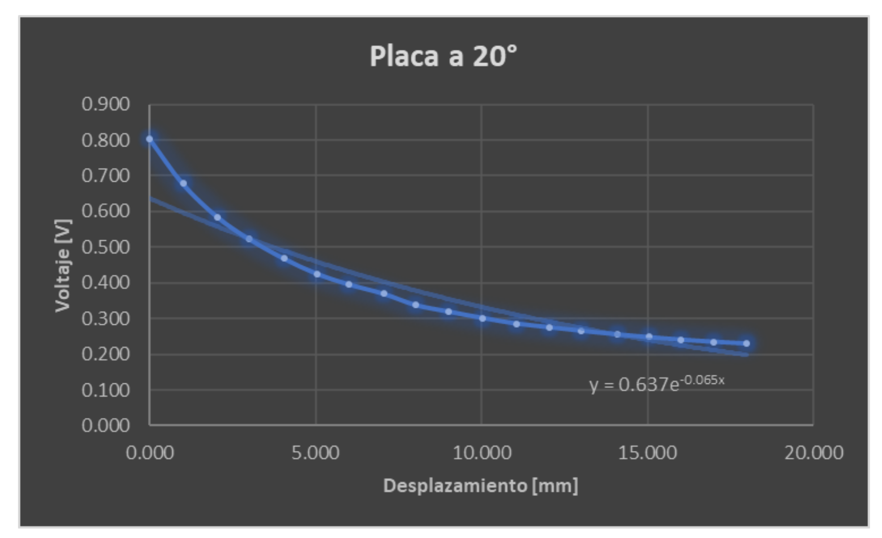


FIG 3. Gráfica Voltaje – Desplazamiento

A partir de la gráfica de la figura 1 se obtiene la fórmula correspondiente a la característica estática del sensor cuando la placa se encuentra a 20°:

$$y = 0.637e^{-0.065x}$$

Donde:

Y = Voltaje.
X = Desplazamiento.

b) **¿Qué tipo de voltaje genera el sensor?**

Un sensor inductivo genera voltaje de corriente alterna (AC) mediante el principio de inducción electromagnética. Estos sensores utilizan un oscilador interno para generar un campo magnético alterno. Cuando un objeto metálico entra en este campo magnético, induce corriente en el objeto, generando así una señal de voltaje en la bobina del sensor.

c) **¿Qué forma gráfica tiene esta característica estática y por qué tiene esta forma?**

- **Placa Paralela**

La característica estática para la placa paralela tiene una gráfica cuya forma se asemeja a la de una lineal, aunque no lo es en su totalidad, esto se debe a que hay un cambio drástico en el voltaje de salida al inicio de la gráfica y también porque existe una ligera curvatura la cual se va disminuyendo a medida que las mediciones se hacen mayores, tiene esta forma ya que, si existe una proporcionalidad entre las variables, pero esta no es del todo lineal.

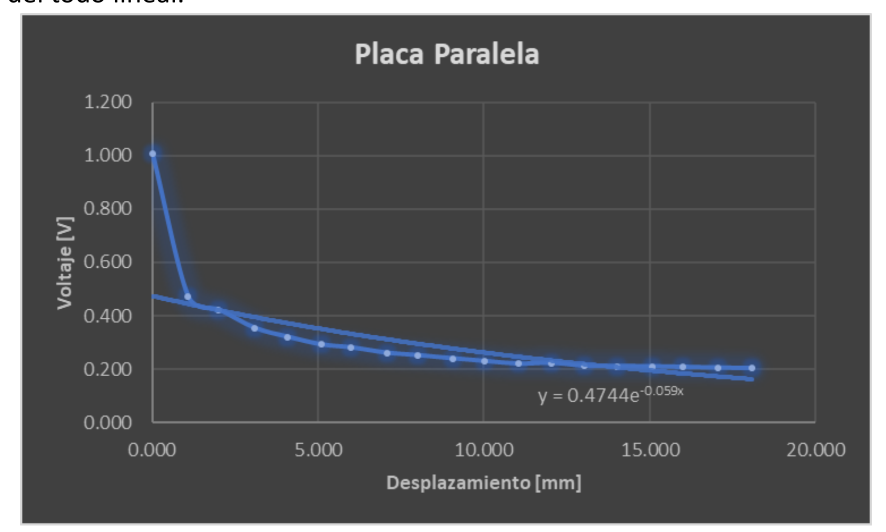


FIG 4. Forma gráfica de la característica estática

- **Placa a 20°**

La característica estática para la placa a 20° también tiene una gráfica cuya forma se asemeja a la de una exponencial, aunque no lo es en su totalidad, esto se puede evidenciar ya que posee una curvatura, tiene esta forma ya que la relación de incremento no es lineal, sino que la variable de salida varia en una proporción mayor a la de la variable de entrada.

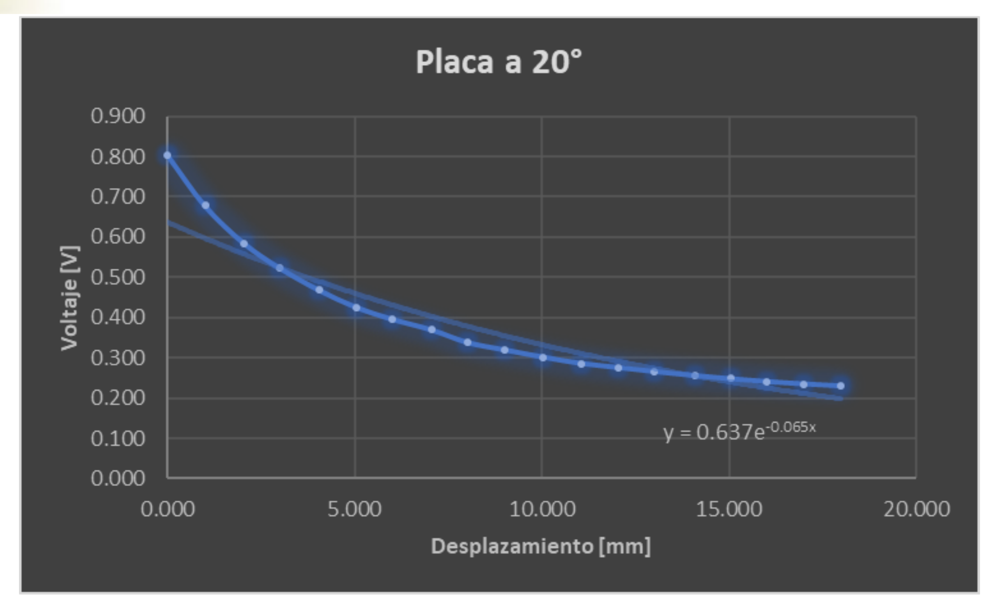


FIG 5. Forma gráfica de la característica estática

d) **Calcule la sensibilidad del sensor.**

Para el cálculo de la sensibilidad del sensor se ocupa la fórmula de sensibilidad para una función lineal ya que es la que más se aproxima a la forma de la gráfica obtenida:

$$Sens = \frac{(O_2 - O_1)}{(I_2 - I_1)}$$

Donde:

O1 = Voltaje inicial.
O2 = Voltaje final.
I1 = Desplazamiento inicial.
I2 = Desplazamiento final.
Sens = Sensibilidad.

Se realizó el cálculo de la sensibilidad con todos los valores tomados y se sacó una sensibilidad promedio.

	Sensibilidad	Sensibilidad Promedio
0	-0.4963	-0.0371
1	-0.0522	
2	-0.0633	
3	-0.0333	
4	-0.0282	
5	-0.0124	
6	-0.0187	
7	-0.0097	
8	-0.0114	
9	-0.0102	
10	-0.0098	
11	0.0030	
12	-0.0110	
13	-0.0010	
14	-0.0009	
15	-0.0022	
16	-0.0028	
17	-0.0020	
18	-0.1260	
19	-0.0894	
20	-0.0646	
21	-0.0524	
22	-0.0429	
23	-0.0309	
24	-0.0252	
25	-0.0326	
26	-0.0184	
27	-0.0175	
28	-0.0157	
29	-0.0101	
30	-0.0103	
31	-0.0093	
32	-0.0083	
33	-0.0072	
34	-0.0060	
35	-0.0051	

FIG 6. Cálculo de la sensibilidad

7. Conclusiones

- El sensor inductivo, según se puede observar, cuenta con una entrada notablemente limitada, lo cual lo hace ideal para la detección de desplazamientos de pequeña escala. Esto se debe a que tiende a saturarse en torno a los 15 milímetros, lo que significa que su rendimiento óptimo se encuentra en la detección de objetos o cambios de posición cercanos a esta distancia.

- Se ha observado que la característica estática del sensor exhibe coeficientes negativos, ya que a distancias mayores se obtienen voltajes de salida más bajos. Esto sugiere que la tensión inducida es inversamente proporcional a la distancia del núcleo móvil. En otras palabras, a medida que el objeto detectado se aleja, la magnitud del voltaje generado en la salida del sensor disminuye, indicando una relación inversa con la distancia del núcleo móvil respecto al sensor inductivo. Esta propiedad puede tener aplicaciones significativas en la detección y medición de la posición de objetos en entornos industriales y automatizados.

- Los sensores inductivos de este tipo cuentan con diversos modelos diseñados para diferentes aplicaciones. Algunos de ellos están optimizados para un rendimiento angular, siendo ideales para su implementación en motores u otros dispositivos que requieran mediciones en un plano angular. Por otro lado, existen modelos diseñados para un desempeño lineal, siendo adecuados para una amplia variedad de aplicaciones que involucran mediciones o detecciones en líneas rectas. La versatilidad de estos sensores los hace adecuados para adaptarse a distintos escenarios y requisitos específicos.

8. Recomendaciones:

- Es recomendable revisar los instrumentos de medición ver que no sufran ningún tipo de falla así para prevenir errores a la toma de datos.

- Se sugiere llevar siempre una batería de repuesto para los dispositivos de medida, como el pie de rey. Esto asegura que los instrumentos estén listos para proporcionar mediciones precisas en todo momento y previene inconvenientes durante la toma de datos.

- Cuando estés realizando la toma de datos, es crucial asegurarte de fijar cuidadosamente el sensor inductivo, ya que la portaplacas tiende a desplazarse cuando el sensor se aleja de la placa metálica.

9. Bibliografía

1. Sensor inductivo: funcionamiento y conexión. (2023, 29 septiembre). MICROCHIPOTLE. https://microchipotle.com/sensor-inductivo-funcionamiento-y-conexion/

2. ¿Qué voltaje tiene un sensor inductivo? (s. f.). Club ASX. https://www.clubmitsubishiasx.com/faq/que-voltaje-tiene-un-sensor-inductivo

10. Anexo 1

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA
Laboratorio de Automatización y Mecatrónica
Instrumentación Industrial Mecánica

HOJA DE RESULTADOS

GUIA D1	GRUPO No: 7	
Integrantes:		
Anthony Ayala	José Rueda	

Placa paralela al sensor

Desplazamiento (mm)	0	1,08	2	3,09	4,08	5,11	6	7,07	8
Voltaje (V)	1,007	0,471	0,423	0,354	0,321	0,292	0,281	0,261	0,252

[illegible]	9,05	10,03	11,05	12,01	13,04	14,03	15,04	16	17,07	18,08
Voltaje (V)	0,24	0,23	0,22	0,223	0,212	0,211	0,210	0,208	0,205	0,203

Placa en ángulo con el sensor. Valor del ángulo = 20°

Desplazamiento (mm)	0	1	2,04	3	4,05	5,03	6	7,07	8,02
Voltaje (V)	0,804	0,678	0,585	0,523	0,468	0,426	0,396	0,369	0,338

Desplazamiento (mm)	9	10,03	11,05	12,04	13,01	14,08	15,04	16,01	17,01	18,00
Voltaje (V)	0,320	0,302	0,286	0,276	0,266	0,256	0,248	0,241	0,235	0,23

Revisado:

Elaborado: Luis Echeverría Y.

Pág. 8 of 8